

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 42 04 231 A 1

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
G01 L 5/10  
D 07 B 7/02

21 Aktenzeichen: P 42 04 231.3  
22 Anmeldetag: 13. 2. 92  
43 Offenlegungstag: 19. 8. 93

DE 42 04 231 A 1

71 Anmelder:  
Honigmann Industrielle Elektronik GmbH, 5600  
Wuppertal, DE  
74 Vertreter:  
Füssel, M., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 5630 Remscheid

72 Erfinder:  
Herhaus, Jürgen, 5828 Ennepetal, DE  
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:  
DD 2 94 526 A5  
US 48 99 599  
EP 02 99 738 A2

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Zugkraftmeßeinrichtung

57 Die Erfindung betrifft eine Zugkraftmeßeinrichtung für laufende Fäden oder dgl. die einen Doppelbiegebalken aufweist, der neben der zu messenden Kraft unter dem Einfluß einer parasitären Kraft steht. Die zu messende Kraft und die parasitäre Kraft werden über einen Topf in den Doppelbiegebalken eingeleitet, der die Krafteinleitungsstelle in Richtung zum eingespannten Ende des Doppelbiegebalkens verlegt.

DE 42 04 231 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Zugkraftmeßeinrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Eine derartige Zugkraftmeßeinrichtung ist aus der EP A 2 99 738 bekannt. In diesem Fall dient der Topf zur Krafteinleitung als Fadenführer und weist eine gewisse Breite auf, um den Faden stets sicher zu führen. Der Topf ist nicht auf seinem gesamten Umfang zugänglich, da er von einer umfangsmäßig teilweise geschlitzten Schutzhülse vor Beschädigung geschützt werden muß.

Die bekannte Zugkraftmeßeinrichtung muß sehr genau ausgerichtet werden, damit der Einfluß der auftretenden Reibkräfte gering bleibt. Diese Reibkräfte sind unerwünscht, da sie das Meßergebnis verfälschen. Sie lassen sich jedoch nicht vermeiden.

Es wird zwar in dieser Schrift offenbart, daß die Balkenquerschnitte so vorzugeben sind, daß eine ausreichende Stabilität gegen Kräfte besteht, die senkrecht zu den Balken verlaufen.

Diese Maßnahmen stoßen allerdings auf Grenzen, da die Balkenbreite im Verhältnis zur Balkendicke nicht beliebig groß werden kann.

Aus diesem Grund ist der Einsatz der bekannten Zugkraftmeßeinrichtung begrenzt auf diejenigen Anwendungsfälle bei denen die Zugkraft im Verhältnis zur hierzu senkrechten Kraft bestimmte Werte nicht übersteigt.

Die Höhe des Verhältnisses richtet sich dabei nach der Balkenbreite und nach der Balkendicke.

Andererseits werden für sehr kleine Nennlasten bevorzugt die Doppelbiegebalken eingesetzt, das sie sehr genau arbeiten.

Dies setzt allerdings für kleine Nennlasten geringe Balkenquerschnitte voraus, so daß senkrecht liegenden Kräfte im gleichen Maß reduziert werden müssen, wie die Nennlasten abnehmen.

Aus diesem Grund hat man bisher derartige Zugkraftmeßeinrichtungen nur dann einsetzen können, wenn die senkrecht zur Meßrichtung liegenden Kräfte entsprechend gering waren.

Aufgabe der Erfindung ist es, die bekannte Zugkraftmeßeinrichtung so zu verbessern, daß einerseits sehr kleine Nennlasten gemessen werden können, und daß andererseits erhebliche senkrecht zur Meßrichtung liegende Kräfte abgefangen werden können.

Diese Aufgabe wird gelöst von einer Zugkraftmeßeinrichtung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1.

Aus der Erfindung ergibt sich der Vorteil, daß der erfindungsgemäße Doppelbiegebalken in der Richtung senkrecht zur Meßrichtung eine bis um den Faktor vier geringere Verformung erfährt als es mit den bisherigen Doppelbiegebalken bei gleichen Balkenabmessungen möglich war.

Demnach können erfindungsgemäße Doppelbiegebalken bei gleicher Meßempfindlichkeit wie bisher, bis zu viermal höhere Seitenkräfte aufnehmen.

In dieser Anmeldung wird die Meßrichtung als diejenige Richtung bezeichnet, in welcher das freie Ende des Doppelbiegebalkens infolge der Belastung durch die zu messende Kraft verschoben wird. Im allgemeinen sind die zwei einzelnen Biegebalken eines Doppelbiegebalkens durch einen längsschlitzartigen Durchbruch voneinander getrennt. Die Meßrichtung steht dann normal auf der Schlitzebene.

Betrachtet man nun den Doppelbiegebalken in Ansicht von vorne, also von dem freien Ende her, so ist die parasitäre Kraft als diejenige resultierende Kraft definiert, die als Querkraft an dem Doppelbiegebalken angreift und senkrecht zur Meßrichtung steht.

Demnach durchdringen die Meßrichtung und die parasitäre Richtung strahlenförmig um neunzig Grad versetzt den Doppelbiegebalken in den oben beschriebenen Richtungen.

Es ist ein besonderes Verdienst der Erfindung, daß sie erkannt hat, daß bisher jeder Doppelbiegebalken, in der parasitären Richtung gesehen, prinzipiell ein sogenannter Einfachbiegebalken ist.

Da die Erfindung, ausgehend von dieser Erkenntnis, weiterhin erkannt hat, daß das Widerstandsmoment des Einfachbiegebalkens, als welcher der Doppelbiegebalken in der parasitären Richtung bisher stets anzusehen war, nur begrenzt erhöht werden kann.

Ohne an Meßgenauigkeit empfindliche Einbußen hinnehmen zu müssen, wird nunmehr Dank der Erfindung ein äußerst meßempfindlicher Doppelbiegebalken bereitgestellt, der in der parasitären Richtung beaufschlagt, nunmehr eine Doppelbiegung erfährt.

Demzufolge kann ihm ohne Einbuße an Meßempfindlichkeit bei gleichen Querschnittsabmessungen eine bis zu viermal höhere parasitäre Kraft auferlegt werden, als bisher möglich.

Dabei soll auch die Erkenntnis genannt werden, daß der Doppelbiegebalken aufgrund seiner S-förmigen Verformung bei Belastung in Meßrichtung ein günstiges Verhältnis zwischen seiner Federkonstanten und dem erzeugten Ausgangssignal besitzt, so daß er insbesondere für kleine Nennlasten geeignet ist, wenn nur ein geringer Hub ausgeführt werden darf.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung liegt darin, daß die Zugkraftmeßeinrichtung nach der Lehre der Erfindung einen größeren Abstand zur Überlast besitzt, da die Verformung des Doppelbiegebalkens, die durch Belastung in parasitärer Richtung hervorgerufen wird, bei gleichen Balkenquerschnitten erheblich geringer bleibt als es ohne die Erfindung bisher möglich war.

Dabei ist der Aufwand für die Erfindung, gemessen am Fortschritt, gering.

Im einfachen Fall kann anstelle eines zylindrischen Topfes ein biegesteif am freien Ende des Doppelbiegebalkens sitzendes Krafteinleitungselement angebracht sein. Es kommt hier wesentlich nur darauf an, den Krafteinleitungspunkt von dem freien Ende zu dem Einspannende um ein bestimmtes Wegstück zurückzuverlegen.

Das Wegstück, um welches die Krafteinleitungsstelle zurückverlegt wird, ist dabei so zu bemessen, daß die parasitäre Kraft im wesentlichen in der mittleren Normalebene des Doppelbiegebalkens liegt.

Dabei sollte man anstreben, daß diese Bedingung möglichst genau erfüllt ist, da dies die optimale Bedingung ist.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung, dies soll ausdrücklich gesagt sein, kann auch die zu messende Kraft eine Komponente in der parasitären Richtung haben, ebenso wie die unerwünschte parasitäre Kraft eine Komponente in der Meßrichtung haben kann.

In diesem allgemeinen Fall sind sowohl die zu messende Kraft als auch die parasitäre Kraft vektoriell in die Meßrichtung und in die parasitäre Richtung zu zerlegen, und die so erhaltenen Komponenten vektoriell zu addieren. Hierfür ist ein Ausführungsbeispiel angegeben.

Die Ursachen der parasitären Kraft können unterschiedlich sein.

Grundsätzlich fallen zwar alle Kräfte unter diesen Begriff, die nicht ausschließlich in die Meßrichtung fallen.

Demnach fallen auch Reibkräfte unter diesen Begriff, da diese vektoriell gesehen mit ihren Komponenten in der parasitären Richtung angreifen.

Obwohl die Erfindung auch diese parasitären Reibkräfte praktisch wirkungslos machen kann, wie dies offenbar mit der Zugkraftmeßeinrichtung nach der EP A 2 99 738 auch der Fall ist, liegt der Erfindung eine gänzlich andere Problemstellung zugrunde.

Hierin unterscheidet sich die Erfindung von den bisherigen bekannten Lösungen.

Die Erfindung hat nämlich auch erkannt, daß die Reibkräfte stets nur einen Bruchteil der auftretenden Resultierenden der Fadenzugkräfte sind. Dies bedeutet, daß die Reibkräfte stets die mit einem Faktor kleiner als EINS multiplizierte Resultierende der Fadenzugkraft betragen.

Der Faktor ist an sich als Reibbeiwert bekannt und beträgt erfahrungsgemäß stets weniger als EINS.

Im Falle der Erfindung kann dieser Faktor jedoch Werte bis zu VIER annehmen, woraus sich ein weiterer Vorteil ablesen läßt: Die Meßempfindlichkeit kann um einen Faktor Vier verbessert werden, ohne eine Beschädigung der Zugkraftmeßeinrichtung durch Reibkräfte befürchten zu lassen.

Darüberhinaus kann die erfindungsgemäße Zugkraftmeßeinrichtung parasitären Kräften ausgesetzt werden, die aus den Massenkraften des Topfes und der an dem Topf angreifenden sonstigen Massenkraften resultiert, wie dies beispielsweise bei Beschleunigungen, Bremsvorgängen oder Fliehkräften oder allgemein bei Trägheitskräften der Fall ist. Hierfür werden Ausführungsbeispiele angegeben.

Die Merkmale des Anspruchs 2 bieten den Vorteil, daß die parasitäre Kraft nur einen geringen bis keinen Einfluß auf die zu messende Kraft hat. Demzufolge wird mit diesen Merkmalen eine Zugkraftmeßeinrichtung verwirklicht, bei welcher das Meßergebnis unverfälscht diejenige Kraft wiedergibt, die tatsächlich nur aus der Zugkraft resultiert.

Diese Resultierende ergibt sich in an sich bekannter Weise durch vektorielle Addition der beiden freigeschnittenen Fadenenden in Fadenaufrichtung gesehen vor und hinter der Belastungsstelle.

Gemäß der Erfindung sind zwei grundsätzliche Bauformen möglich, die durch die Merkmale der Ansprüche 3 und 4 gekennzeichnet sind.

Dabei kommt es überhaupt nicht darauf an, ob der Topf durch einen Boden geschlossen wird oder nicht, solange er die Krafteinleitung in der mittleren Normalebene des Doppelbiegebalkens ermöglicht.

Die Merkmale des Anspruchs 5 sind eine mögliche Anwendung der Erfindung, die es z. B. ermöglicht, die sehr geringen Zugkräfte von Papierbahnen exact zu erfassen, wenn die hohe Gewichtskraft der Umlenkwalze dem Einsatz derartiger Doppelbiegebalken bislang entgegenstand.

Die Merkmale der Ansprüche 6 und 7 betreffen bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung.

Ein weiteres mögliches Anwendungsfeld der Erfindung öffnet sich mit den Merkmalen des Anspruchs 8. Als Trägheitskräfte kommen, je nach Bauform der Verseilmaschine, Beschleunigungskräfte, Bremskräfte oder Fliehkräfte in Betracht. Hierfür werden Ausführungsbeispiele gegeben.

Die Ansprüche 9 bis 11 betreffen bevorzugte Ausführungsformen.

Die Merkmale des Anspruchs 12 geben die allgemeine Lehre, die in Verbindung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 in jedem möglichen Anwendungsfall zu dem gewünschten Ergebnis führt.

Dies wird dadurch erreicht, daß der Doppelbiegebalken, in der parasitären Richtung beaufschlagt, trotz der Tatsache, daß er in dieser Richtung ein Einfachbiegebalken ist, eine ebenfalls S-förmige Biegung vollzieht, sofern die parasitäre Kraft auf alle an dem Topf angreifenden Massenkraften zurückzuführen ist und der Gesamtschwerpunkt in die mittlere Normalebene des Doppelbiegebalkens fällt.

Wenn der Gesamtschwerpunkt in die mittlere Normalebene des Doppelbiegebalkens fällt, so ist die S-förmige Biegung exact symmetrisch.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Es zeigt

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einem allgemeinen Belastungsfall,

Fig. 2 ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einem speziellen Belastungsfall,

Fig. 3 ein besonderes Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einem allgemeinen Belastungsfall,

Fig. 4 ein besonderes Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einem speziellen Belastungsfall,

Fig. 5 eine Aufsicht auf das freie Ende einer erfindungsgemäßen Zugkraftmeßeinrichtung mit dem allgemeinsten Belastungsfall,

Fig. 6 ein Ausführungsbeispiel der Erfindung im Zusammenwirken mit einer Umlenkwalze,

Fig. 6a, b je ein Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer Verseilmaschine gegen drehenden Zugkraftmeßeinrichtungen,

Fig. 8 ein Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer Verseilmaschine mit starr angebrachten Zugkraftmeßeinrichtungen.

Sofern im folgenden nicht ausdrücklich etwas anderes gesagt ist, gilt die folgende Beschreibung stets für alle Fig. 1 bis 8.

Die Fig. 1 bis 8 zeigen eine Zugkraftmeßeinrichtung 1 mit einem einseitig eingespannten Doppelbiegebalken 2 über dessen freies Ende 3 ein Topf 4 zur Krafteinleitung gestülpt ist.

Der Topf 4 ist biegesteif mit dem freien Ende 3 verbunden und wird von der Resultierenden  $F$  einer Zugkraft eines kontinuierlich laufenden Fadens, Filaments, Drahtes, einer Folie, Gewebbahn oder dgl. belastet.

Die Resultierende liegt im wesentlichen in Meßrichtung, wie dies aus Fig. 5 hervorgeht.

Fig. 5 zeigt einen Doppelbiegebalken 2 in der Aufsicht vom freien Ende 3 her, welches von dem Topf 4 umgeben ist. Dabei liegt zwischen den einzelnen Balken, welche den Doppelbiegebalken 2 bilden, ein senkrecht zur Zeichenebene stehender Längsschlitz 14, der sich durchgehend über die gesamte Breite  $B$  erstreckt. Die beiden einzelnen Balken, welche den Doppelbiegebalken 2 bilden sind identisch und besitzen die Balkenhöhe  $h$ .

Demnach steht die Meßrichtung senkrecht zu dem Doppelbiegebalken 2 und greift auf der breiten Seite  $B$  an, während die parasitäre Richtung senkrecht zur Meßrichtung steht und prinzipiell auf der hohen Seite  $H$  angreift.

Die Resultierende ist in Fig. 5 mit  $F$  bezeichnet und wird durch vektorielle Addition der beiden Kräfte  $Z_1$  und  $Z_2$  erhalten, die an den freigeschnittenen Fadenenden 15 angreifen.

Fig. 5 zeigt den allgemeinen Lastfall, in welchem die Resultierende  $F$  nicht genau in Meßrichtung liegt, sondern diese unter einem bestimmten Winkel kreuzt. Hieraus resultiert, daß die Resultierende eine Komponente  $F_m$  in der Meßrichtung hat und eine Komponente  $F_p$  in der parasitären Richtung.

Die gleichen Überlegungen gelten für die parasitäre Kraft  $P$ , die nicht mit der parasitären Richtung zusammenfällt. Demzufolge weist die parasitäre Kraft  $P$  eine Komponente  $F_m$  in Meßrichtung auf und eine Komponente  $P_p$  in parasitärer Richtung.

Wie weiterhin aus der Nebenfigur hervorgeht, lassen sich die so erhaltenen Komponenten der Resultierenden  $F$  und der parasitären Kraft  $P$  anschließend in der Meßrichtung zur Meßkraft  $F_m + P_m$  und in der parasitären Richtung zur parasitären Gesamtkraft  $F_p + P_p$  addieren.

Die infolge der Meßkraft auftretende Verformung des Doppelbiegebalkens 2 wird nun, wie die Fig. 1 bis 4 zeigen, von Meßwertaufnehmern 6 erfaßt. Das Signal wird über einen Meßverstärker 16 einer Auswerteschaltung 17 zugeführt und auf einer Anzeige 18 sichtbar gemacht.

Wesentlich ist nun, daß der Topf 4 die gemäß Fig. 5 außerhalb der Meßrichtung liegende parasitäre Kraft  $P$  bzw. die aus Einzelkomponenten in parasitärer Richtung addierte parasitäre Gesamtkraft, die der Einfachheit wegen auch mit  $P$  bezeichnet werden soll, in den Doppelbiegebalken 2 einleitet.

Hierzu erstreckt sich der Topfmantel 7 so weit in Richtung zum Einspannende 8, daß die Angriffsstelle der parasitären Kraft  $P$  im wesentlichen in der mittleren Normalebene 9 des Doppelbiegebalkens liegt.

Die mittlere Normalebene liegt normal zur Balkenlängsachse und ist von den beiden Endpunkten 19, 20 des Doppelbiegebalkens 2 gleichweit beabstandet.

Weiterhin zeigen die Fig. 1 und 3 eine Besonderheit. In diesen Fällen steht die Resultierende  $F$  nicht senkrecht zur parasitären Richtung, die mit der Wirkungslinie der parasitären Kraft  $P$  zusammenfällt. Demzufolge besitzt die Resultierende  $F$  einen parasitären Anteil  $F_p$  und einen Meßanteil  $F_m$ .

Damit dieser parasitäre Anteil  $F_p$  ohne Momentwirkung bleibt und vektoriell zu der parasitären Kraft addiert werden kann, ist es für diesen Lastfall notwendig erforderlich, daß die Stelle der Krafteinleitung der Resultierenden  $F$ , nämlich hier die Führungsrille 21, ebenfalls in die mittlere Normalebene 9 fällt.

Ein anderes Beispiel zeigen die Fig. 2 und 4. Hier stehen die Resultierende  $F$  und die parasitäre Kraft  $P$  genau senkrecht zueinander. Dies bedeutet, daß die Resultierende vollständig in die Meßrichtung fällt und die parasitäre Kraft  $P$  vollständig in die parasitäre Richtung.

Dann besitzt die Resultierende  $F$  keinen Anteil in parasitärer Richtung, und es ist prinzipiell gleichgültig ob die Resultierende genau in der mittleren Normalebene 9 des Doppelbiegebalkens liegt, da sie allein in der Meßrichtung an dem Doppelbiegebalken angreift.

Aus diesem Grund kann für diesen Fall die Stelle der Führungsrille 21 außerhalb der mittleren Normalebene 9 liegen.

Ein solcher Lastfall liegt z. B. vor, wenn die Zugkraftmeßeinrichtung 1 an einem rotierenden Maschinenteil sitzt und dort so befestigt ist, daß die Meßrichtung senkrecht zur Richtung der Trägheitskräfte steht. In diesem Fall sind die Trägheitskräfte die Fliehkraft, und diese ist die parasitäre Kraft.

Ein solcher Lastfall ist in Fig. 8 gezeigt. Dort ist die Zugkraftmeßeinrichtung an der rotierenden Verseileinrichtung 22 einer Verseilmaschine unbeweglich befestigt. Sie ist dabei so ausgerichtet, daß die radial gerichtete Fliehkraft 23 mit der parasitären Richtung zusammenfällt. Die Meßrichtung steht in diesem Fall senkrecht zur Paperebene. Die Zugkraft entsteht durch den Abzug des Seils 24 von dem Wickel 25 über die vor und hinter der Umlenkrolle 12 angeordneten Fadenführer 26 mit Umlenkung zum herausführenden Fadenführer 27. Die gesamte Verseileinrichtung ist um den Mittelpunkt  $M$  drehbar in der Drehrichtung 28a angetrieben.

Es sind zwei Zugkraftmeßeinrichtungen 1 im Zusammenwirken mit ihren zugehörigen Wickeln 25 gezeigt. Jede Zugkraftmeßeinrichtung 1 sitzt starr zusammen mit dem Wickel 25 in einem um den Mittelpunkt  $M$  mitrotierenden Rahmen 28.

Im vorliegenden Fall ist die Anordnung so gewählt, daß die Meßrichtung die Richtung der Trägheitskräfte, nämlich der Fliehkraft 23, unter einem rechten Winkel kreuzt.

Um zu erreichen, daß im Falle der Fig. 2 und 4 die Krafteinleitung der Trägheitskräfte genau in die mittlere Normalebene 9 des Doppelbiegebalkens fällt, ist am offenen Ende des Topfes 4 ein Ausgleichsgewicht 29 angebracht, welches die Funktion erfüllt, den Gesamtschwerpunkt der Massenkraft des Topfes und der an dem Topf angreifenden sonstigen Massenkraften in die mittlere Normalebene 9 des Doppelbiegebalkens zu zwingen.

Wie die Fig. 1 und 2 zeigen, ist der Topf 4 starr am freien Ende 3 des Doppelbiegebalkens 2 angebracht, und an dem Topf ist ein Radiallager 11 auf einem Lagersitz 10 angeordnet, an welchem eine Umlenkrolle 12 drehbar gelagert ist.

Der Lagersitz muß jedoch keinesfalls außen an dem Topf sein, er kann ebensogut innen angebracht sein. In diesem Fall bietet sich der Vorteil, daß die Umlenkrolle 12 problemlos weiter in Richtung zum eingespannten Ende 8 zurückverlagert werden kann.

Weiterhin zeigen die Fig. 3 und 4 daß der Topf 4 als Nabe 13 fest mit einer Umlenkrolle 12 verbunden ist, und daß an dem freien Ende 3 ein Radiallager 11 sitzt, an welchem die Nabe 13 drehbar gelagert ist.

Fig. 6 zeigt, wie die Zugkraftmeßeinrichtung 1 allein oder paarweise an einer Umlenkwalze 30 für bahnförmiges Gut anzuordnen ist bzw. sind.

In diesem Ausführungsbeispiel kommt es wesentlich darauf an, daß die Stelle der Krafteinleitung sowohl der Gewichtskraft, die hier senkrecht zur Papierebene steht, als auch der zu messenden Kraft  $F_m$  in der mittleren Normalebene 9 des bzw. der Doppelbiegebalken 2 liegt.

In diesem Fall wird dies dadurch erreicht, daß die Radiallager 11 ebenfalls in dieser mittleren Normalebene 9 angeordnet werden, da nur so die symmetrische Krafteinleitung in den Doppelbiegebalken erfolgen kann.

Vorzugsweise handelt es sich bei dem Radiallager um ein Pendellager, welches für einen definierten momentenfreien Krafteinleitungspunkt genau in der mittleren Normalebene 9 des Doppelbiegebalkens sorgt. Dies ist beispielhaft für das linke Radiallager gezeigt.

Um zu erreichen, daß die Gewichtskraft, die hier senkrecht zur Papierebene steht, nicht mit der Meßrichtung zusammenfällt, ist die Umschlingung der Umlenkwalze 30 so zu wählen, daß die Resultierende  $F$  die parasitäre Richtung  $P$  senkrecht schneidet. Dies berücksichtigt die Tatsache, daß in diesem Ausführungsbeispiel die Resultierende  $F$  und die parasitäre Richtung in der gemeinsamen Normalebene liegen, in welcher auch die Krafteinleitung über die Radiallager 11 erfolgt.

Bevorzugt sind immer diejenigen Ausführungsbeispiele, in denen die Gewichtskraft vollständig in die parasitäre Richtung fällt und bei denen die Resultierende  $F$  senkrecht hierzu steht, sofern nicht Einbauhindernisse entgegenstehen.

Die Fig. 7a und 7b zeigen Zugkraftmeßeinrichtungen 1, die an der rotierenden Verseileinrichtung 22 einer Verseilmachine befestigt sind, und zwar in der axialen Aufsicht auf die Verseileinrichtung 22 gesehen.

Mittels der Rahmengondeln 31 sind die Verseileinrichtungen zusammen mit den Wickeln 25 derart an der Verseileinrichtung angehängt, daß diese relativ zur Verseileinrichtung 22 stets ein Gegendrehbewegung machen, welche so groß ist, daß die Zugkraftmeßeinrichtungen 1 stets dieselbe Horizontalposition einnehmen.

Dies wird z. B. dadurch erreicht, daß die Rahmengondeln um senkrecht zur Zeichenebene stehende Achsen drehbar gelagert sind und mittels eines gemeinsamen Zahnriemens zwangsgeführt sind, während sie sich gleichzeitig mit der Verseileinrichtung 22 um den Mittelpunkt  $M$  drehen.

Fig. 7a zeigt, daß die Zugkraftmeßeinrichtungen 1 so ausgerichtet sind, daß in axialer Richtung auf die Verseileinrichtung gesehen, die Längsrichtung des Doppelbiegebalkens 2 horizontal verläuft und die parasitäre Richtung vertikal.

In diesem Fall steht, ebenso wie im Fall der Fig. 7b die Resultierende  $F$  senkrecht auf der Papierebene. Dies wird durch geeignete Anordnung der Fadenführer 26 und der Umlenkrolle 12 und des herausführenden Fadenführers 27 erreicht, wobei der Doppelbiegebalken so auszurichten ist, daß seine Verformung senkrecht zur Papierebene erfolgt.

Fig. 7b zeigt hingegen die Anordnung der Zugkraftmeßeinrichtung 1 so, daß die Längsrichtung des Doppelbiegebalkens vertikal verläuft und die parasitäre Richtung horizontal.

Die Ausführungsbeispiele gemäß Fig. 7a, b beruhen auf der Überlegung, daß derartig gegendrehende Zugkraftmeßeinrichtungen an rotierenden Maschinenteilen eine aus horizontaler und vertikaler Richtung zusammengesetzte Bewegung vollführen, wobei die Längsrichtung des Doppelbiegebalkens stets in eine der beiden Richtungen weisen muß und zwar so, daß die parasitäre Richtung mit der anderen der beiden Bewegungsrichtungen zusammenfällt.

Die verbleibende dritte Richtung muß auf den beiden zuvor genannten Richtungen senkrecht stehen und ist erfindungsgemäß die Meßrichtung.

Für alle Ausführungsbeispiele der Erfindung gilt, daß die parasitäre Kraft durch die Massenkraft des Topfes und der am Topf angreifenden sonstigen Massenkraften hervorgerufen wird, wobei gegebenenfalls auch parasitäre Anteile der zu messenden Kraft hinzuzuaddieren sind, und daß man versuchen sollte, den Gesamtschwerpunkt im wesentlichen in die mittlere Normalebene des Doppelbiegebalkens zurückzuverlegen.

Für alle Ausführungsbeispiele gilt als gemeinsames Erfindungsmerkmal, daß die Verschiebung des freien Endes des Doppelbiegebalkens in parasitärer Richtung infolge der erreichten höheren Steifigkeit abnimmt. Die höhere Steifigkeit hat die vorteilhafte Wirkung, daß die Eigenfrequenz des gesamten Feder-Masse-Systems in dieser Richtung überproportional steigt, während die Eigenfrequenz in der Meßrichtung im wesentlichen unbeeinflusst bleibt.

Der besondere Vorteil, den die Erfindung darüberhinaus bietet, liegt darin, daß nunmehr auch Resultierende gemessen werden können, die einen Winkel  $\alpha$  von deutlich weniger als 45 Grad zur parasitären Richtung bilden, z. B. 30 Grad oder weniger, d. h. bis nahezu NULL Grad.

In diesem Fall bietet die Erfindung den Vorteil, daß die erheblichen Anteile der Resultierenden, die in die parasitäre Richtung fallen, schadlos und ohne Einbuße an Meßgenauigkeit und Meßempfindlichkeit hingenommen werden können.

Die folgende Tabelle gibt über diesen Sachverhalt Aufschluß:

	Winkel alpha/Grad	Fp in % von F	Fm in % von F
	90	0	100
5	60	50	87
	45	71	71
	30	87	50
10	20	94	34
	15	97	26
	10	98	17
15	8	99	14

20 Damit kann die erfindungsgemäße Zugkraftmeßeinrichtung in der ursprünglich nur gering belastbaren parasitären Richtung auch von Resultierenden belastet werden, die unter Winkeln von weniger als 30 Grad zur parasitären Richtung einfallen, was bisher nicht möglich war, ohne Einbußen an Meßempfindlichkeit und Meßauflösung hinnehmen zu müssen.

#### Bezugszeichenaufstellung

- 25 1 Zugkraftmeßeinrichtung
- 2 Doppelbiegebalken
- 3 freies Ende
- 4 Topf zur Krafteinleitung
- 5 Faden, Filament, Draht, Folie, Gewebbahn
- 30 6 Meßwertaufnehmer
- 7 Topfmantel
- 8 Einspannende
- 9 Normalebene
- 10 Sitz
- 35 11 Radiallager
- 12 Umlenkrolle
- 13 Nabe
- 14 Längsschlitz
- 15 freigeschnittenes Fadenende
- 40 16 Meßverstärker
- 17 Auswertschaltung
- 18 Anzeige
- 19 Endpunkt
- 20 Endpunkt
- 45 21 Führungsrille
- 22 rotierende Verseileinrichtung
- 23 Fliehkraft
- 24 Seil
- 25 Wickel
- 50 26 Fadenführer
- 27 herausführender Fadenführer
- 28 mitdrehender Rahmen
- 28a Drehrichtung
- 29 Ausgleichsgewicht
- 55 30 Umlenkwalze
- 31 Rahmengondel
- B Breite
- H Gesamthöhe
- h Balkenhöhe
- 60 Z1 Zugkraft
- Z2 Zugkraft
- M Mittelpunkt

#### Patentansprüche

- 65 1. Zugkraftmeßeinrichtung mit einem einseitig eingespannten Doppelbiegebalken über dessen freies Ende ein Topf zur Krafteinleitung gestülpt ist, der biegesteif mit dem freien Ende verbunden ist und der von der im wesentlichen in Meßrichtung des Doppelbiegebalkens liegenden Resultierenden F einer Zugkraft eines



kontinuierlich laufenden Fadens (auch Filaments, Drahtes, Folie, Gewebbahn etc.) belastet wird, wobei dessen dabei auftretende Verformung von Meßwertaufnehmern erfaßt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Topf eine außerhalb der Meßrichtung liegende parasitäre Kraft P in den Doppelbiegebalken einleitet, und daß sich der Topfmantel soweit in Richtung zum Einspannende erstreckt, daß die Angriffsstelle der parasitären Kraft P im wesentlichen in der mittleren Normalebene des Doppelbiegebalkens liegt. 5

2. Zugkraftmeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Doppelbiegebalken so ausgerichtet ist, daß die parasitäre Kraft P im wesentlichen senkrecht zur Meßrichtung liegt.

3. Zugkraftmeßeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Topf starr an dem freien Ende des Doppelbiegebalkens sitzt und daß an dem Topfmantel ein Radiallager befestigt ist, an welchem eine Umlenkrolle drehbar gelagert ist. 10

4. Zugkraftmeßeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Topf als Nabe fest mit einer Umlenkrolle verbunden ist und daß an dem freien Ende des Doppelbiegebalkens ein Radiallager sitzt an welchem die Nabe drehbar gelagert ist.

5. Zugkraftmeßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1—4, dadurch gekennzeichnet, daß sie an einem Ende einer Umlenkwalze für bahnförmiges Gut angeordnet ist, wobei der Doppelbiegebalken so ausgerichtet ist, daß die Gewichtskraft der Umlenkwalze im wesentlichen in die parasitäre Richtung weist und daß die Umschlingung der Umlenkwalze in Bezug auf deren Gewichtskraft so gewählt ist, daß die Richtungen von Resultierender F und Gewichtskraft auseinanderfallen. 15

6. Zugkraftmeßeinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Gewichtskraft vollständig in die parasitäre Richtung fällt und daß Gewichtskraft und Resultierende F senkrecht aufeinander stehen. 20

7. Zugkraftmeßeinrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß sie paarweise vorhanden ist und jeweils einem Ende der Umlenkwalze zugeordnet ist.

8. Zugkraftmeßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1—4, dadurch gekennzeichnet, daß sie an einem rotierenden Maschinenteil befestigt ist, vorzugsweise an der rotierenden Verseleinrichtung einer Verseilmachine, und daß sie an dem Maschinenteil bzw. an der Verseleinrichtung so befestigt ist, daß die Meßrichtung die Richtung der Trägheitskräfte kreuzt. 25

9. Zugkraftmeßeinrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß an der Verseleinrichtung die Zugkraftmeßeinrichtung so gelagert ist, daß diese relativ zur Verseleinrichtung eine derartige Gegendrehbewegung macht, daß sie stets dieselbe Horizontalposition einnimmt, und daß die Zugkraftmeßeinrichtung so ausgerichtet ist, daß, in axialer Richtung auf die Verseleinrichtung gesehen, die Längsrichtung des Doppelbiegebalkens horizontal oder vertikal verläuft und die parasitäre Richtung vertikal oder horizontal. 30

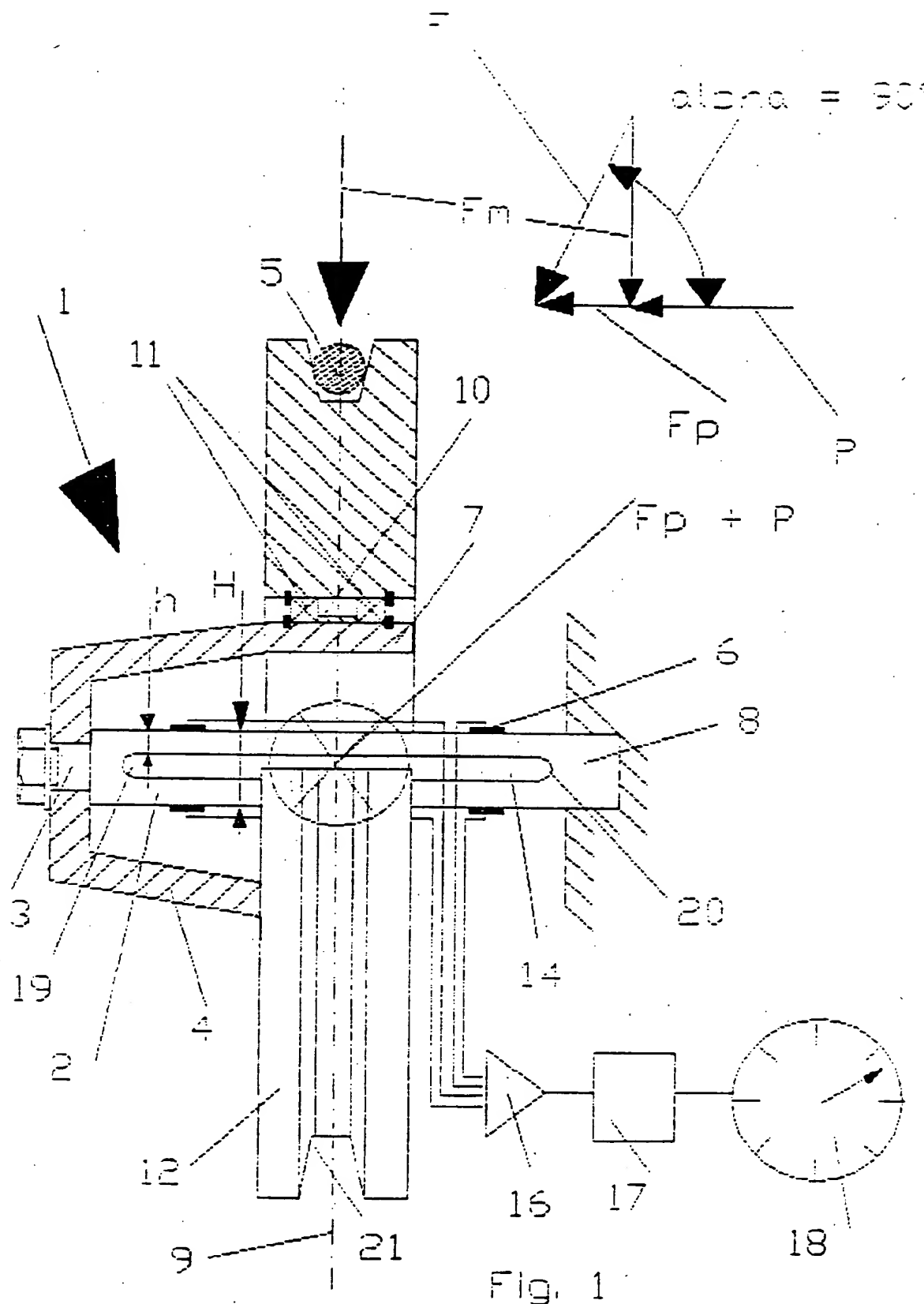
10. Zugkraftmeßeinrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß an der Verseleinrichtung die Zugkraftmeßeinrichtung unbeweglich befestigt ist, und daß die Zugkraftmeßeinrichtung so ausgerichtet ist, daß die Fliehkraft mit der parasitären Richtung zusammenfällt.

11. Zugkraftmeßeinrichtung nach einem der Ansprüche 8—10, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßrichtung die Richtung der Trägheitskräfte unter einem rechten Winkel kreuzt. 35

12. Zugkraftmeßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1—11, dadurch gekennzeichnet, daß die parasitäre Kraft durch die Massenkraft des Topfes und der an dem Topf angreifenden sonstigen Massenkraften verursacht wird und daß der Gesamtschwerpunkt im wesentlichen in die mittlere Normalebene des Doppelbiegebalkens fällt. 40

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -



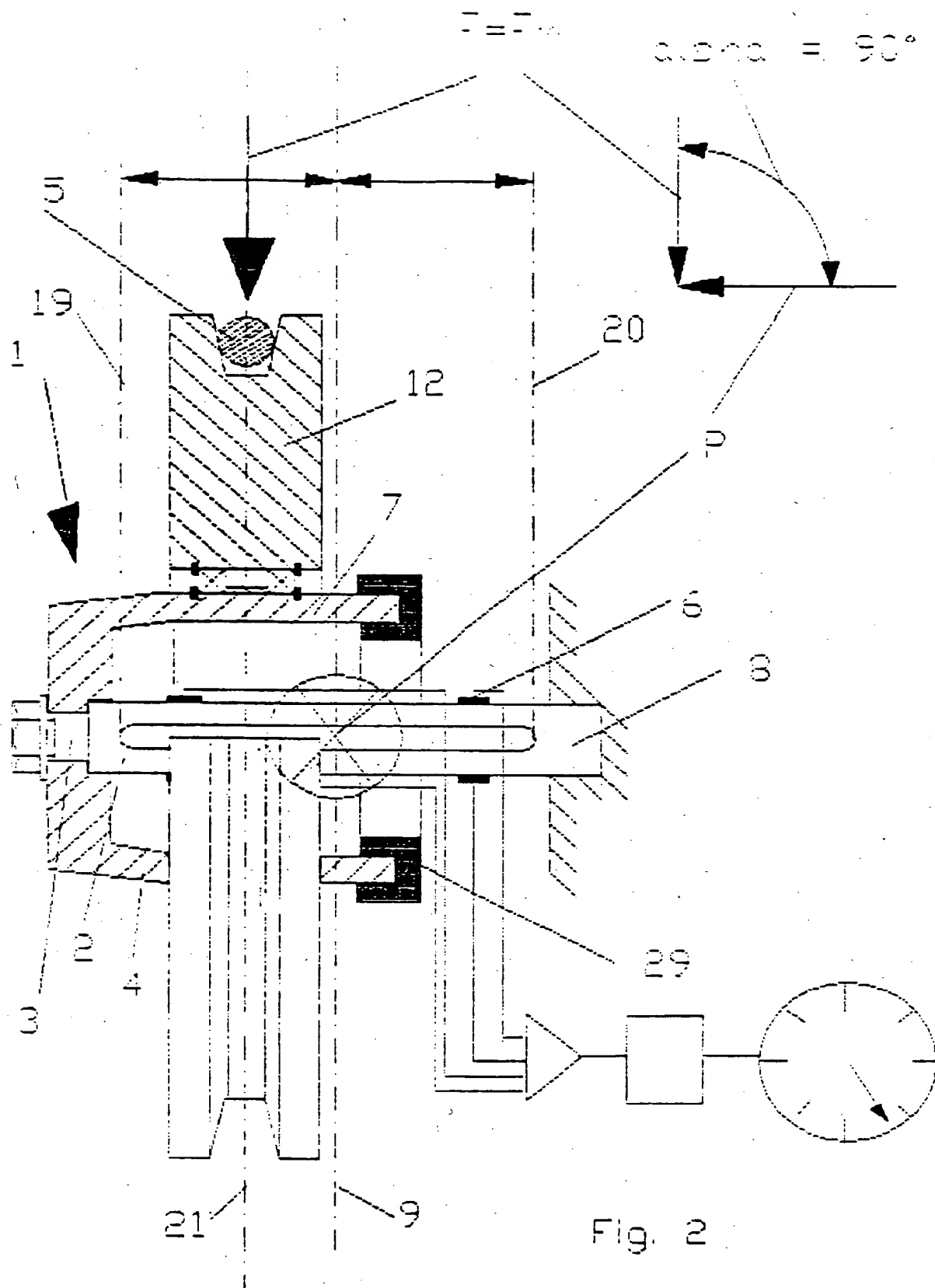


Fig. 2

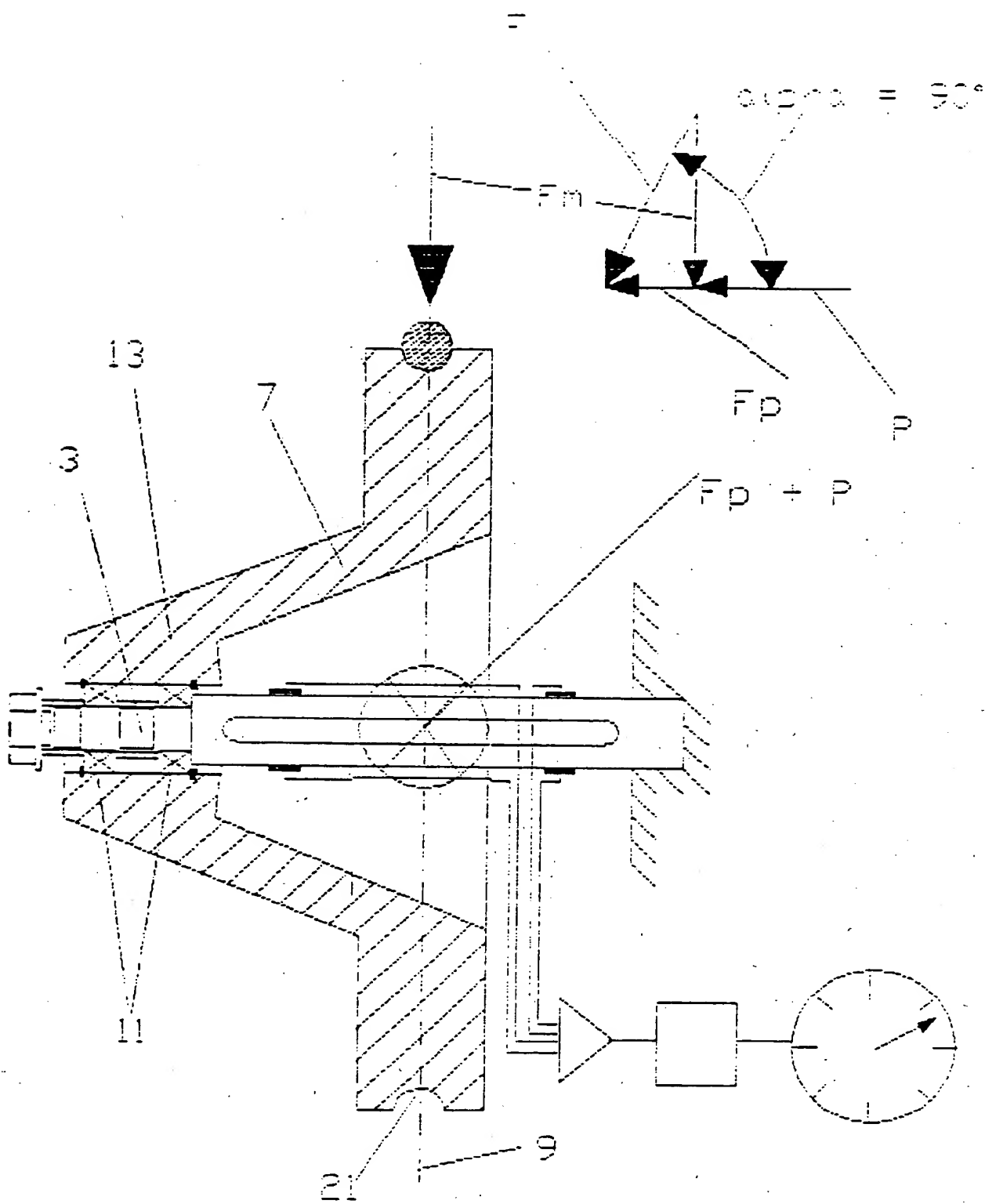


Fig. 3

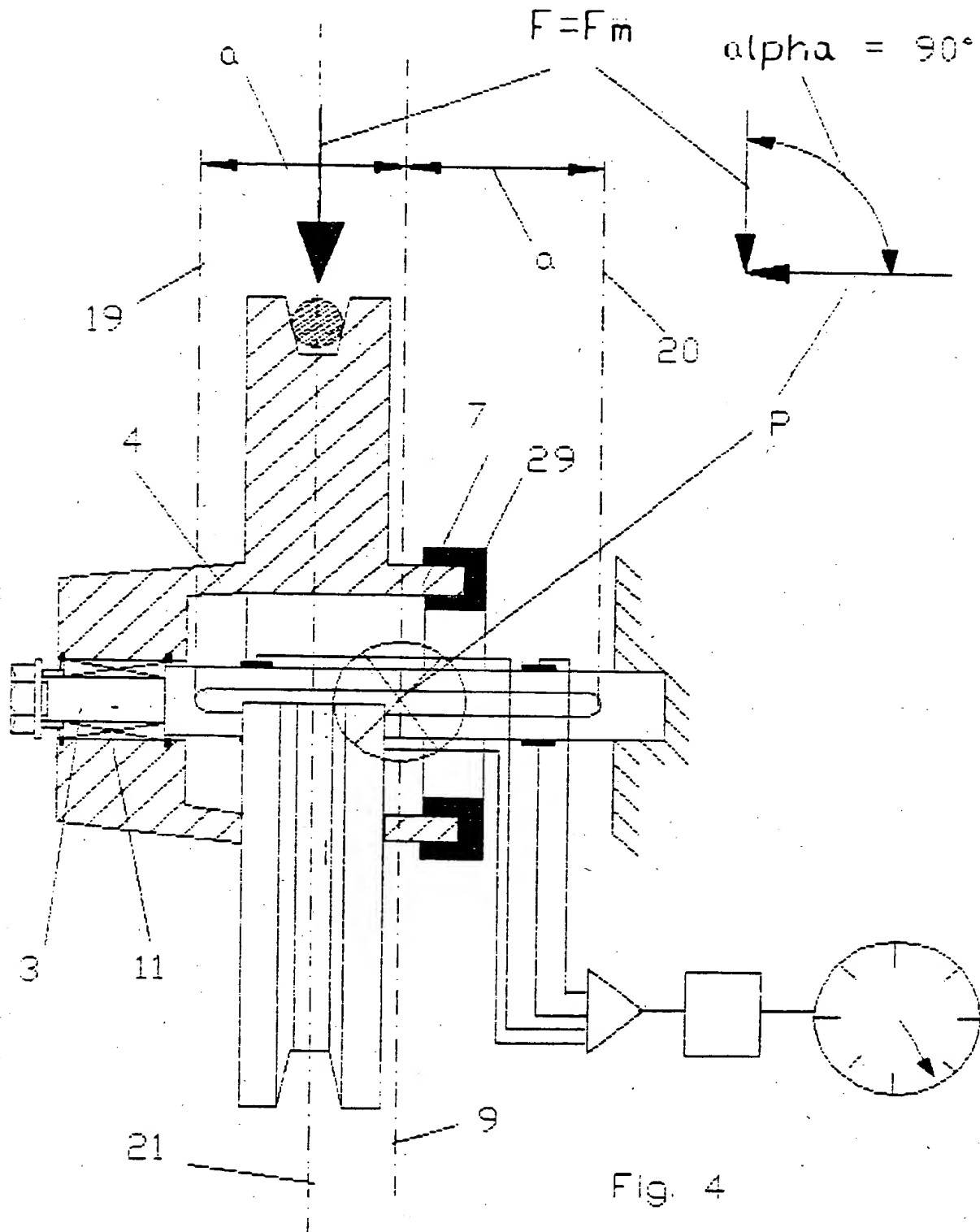


Fig. 4

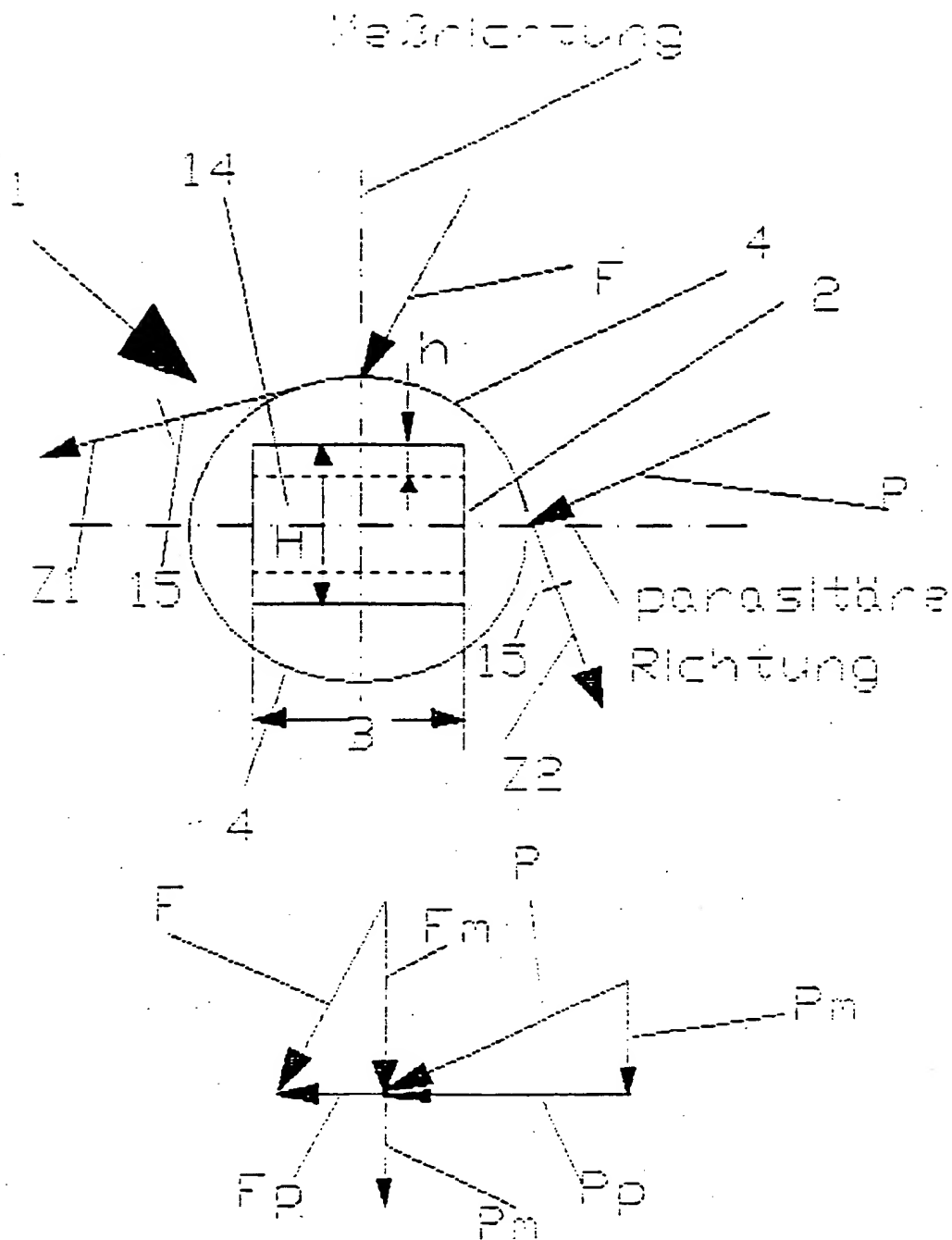


Fig. 5

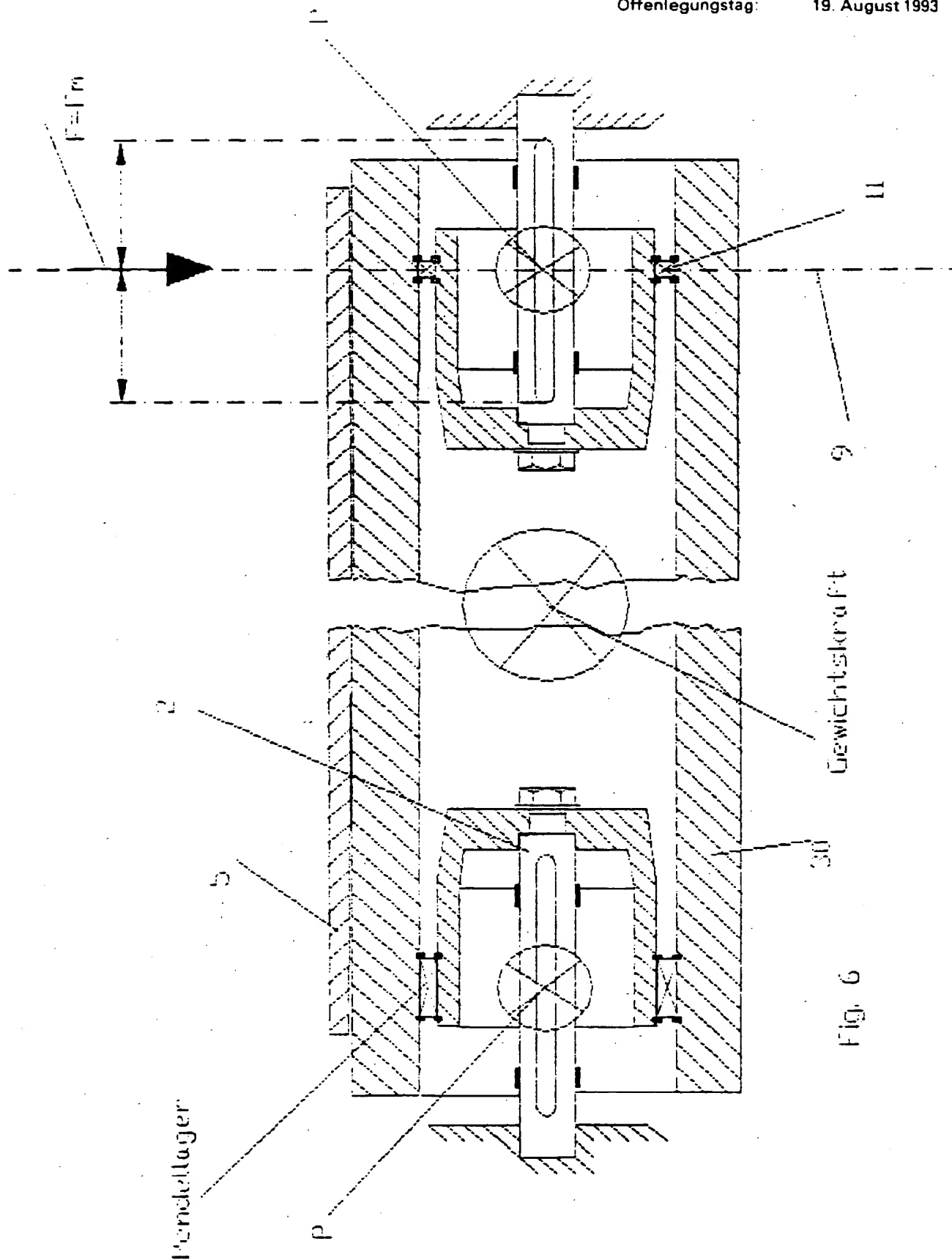


Fig. 6



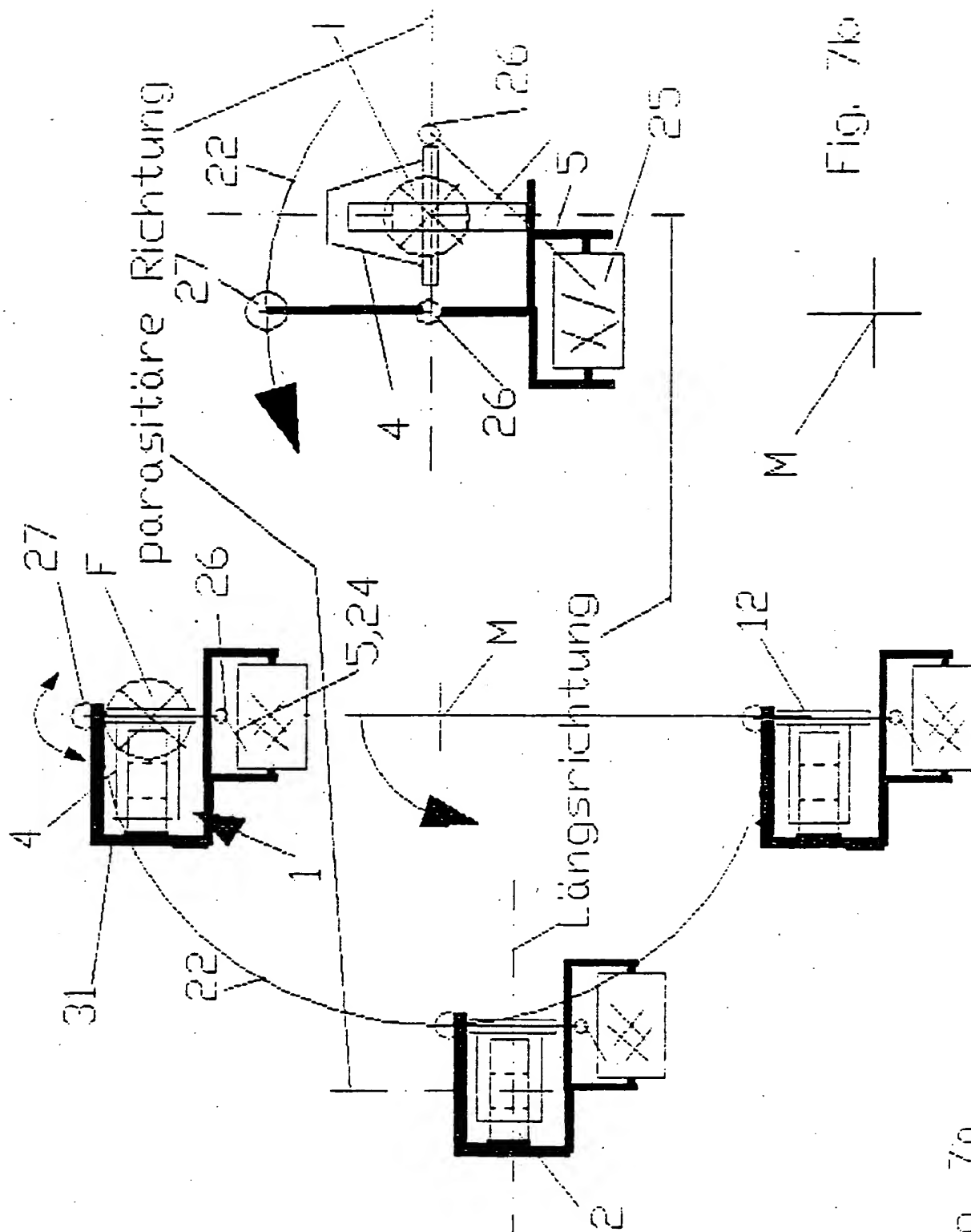


Fig 10

